



TITLE:

サイリスタを用いた電源回路の研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

藤塚, 健

CITATION:

藤塚, 健. サイリスタを用いた電源回路の研究. 京都大学, 1971, 工学博士

ISSUE DATE:

1971-07-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/213692>

RIGHT:

氏 名	藤 塚 健 ふじ つか たけし
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 443 号
学位授与の日付	昭 和 46 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	サイリスタを用いた電源回路の研究

(主 査)
論文調査委員 教 授 若 林 二 郎 教 授 卯 本 重 郎 教 授 木 嶋 昭

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、シリコン制御整流素子（サイリスタ）を用いた各種並列インバータ回路の動作特性を、解析的ならびに実験的に検討し、これを高周波電源回路として用いようように、その制御方法を改善すると共に、交流電圧制御回路として、1個のサイリスタと1個の可飽和リアクトルを並列に接続した回路方式を考案し、その制御特性を解析的ならびに実験的に明らかにして、これら2種の電源回路の設計上に一つの指針を与えたもので、2部10章からなっている。

第1部第1章では、3種の代表的な並列インバータ回路、すなわち、変圧器を経て負荷に交番電力を供給する変圧器形回路、電源の中性点と転流リアクトルの中性点の間に負荷および転流コンデンサを接続する2電源形回路、および、ブリッジ形回路に着目し、これらの回路は基本的に全く同一の動作機構をもつことを、基礎方程式の変換および回路の等価変換より導びいている。これより、各回路素子を理想化した場合には、変圧器形回路に対して導びかれた Wagner の理論が、他の形式の並列インバータに対しても、一般的に適用しうることを明らかにしている。

第1部第2章では、抵抗負荷に接続された並列インバータ回路の、準定常状態における動作特性を、各回路素子を理想化した場合について、断続回路の解析法を用いて解析的に求め、抵抗負荷の場合は、負荷抵抗が無限大でない限りこの回路は安定に動作することを明らかにしている。また解析の過程において、インバータ回路のように回路動作に対称性をもつ場合には、適当な変換行列を導入することにより、半サイクルの計算から比較的容易に準定常状態の初期値を算出しうることを示している。

第1部第3章では、実際の回路においては常に含まれてくる、インダクタンスの抵抗分、変圧器のもれインダクタンス、配線の抵抗およびインダクタンスなどを考慮して、並列インバータの等価回路を作り、その動作特性をアナログ計算機およびデジタル計算機を用いて計算し、これを実験結果と比較検討して、等価回路の妥当性を示すとともに、高周波用並列インバータ回路において、各回路素子の動作特性におよぼす影響を、解析的および実験的に明らかにしている。

第1部第4章では、並列インバータ回路の負荷として、抵抗とインダクタンスが並列接続された並列誘導負荷を仮定したときの準定常状態における動作特性を、無次元パラメータを用いて、一般的に示している。この結果より、負荷変動に対して電圧変動の少ない回路を設計しうることが示され、これを実験によっても確かめている。

第1部第5章では、並列インバータ回路において、電源電流が断続するような運転を行なった場合を論じている。まず回路素子を理想化した基本回路の動作特性を、アナログ計算機を用いてシミュレートし、無次元パラメータを用いて、その動作特性を整理している。次に半サイクルごとに一定の休止期間をもつような制御方式、および、サイリスタが遮断してから、その陽極陰極間に加わる逆電圧が零になるまで、次のサイリスタを導通させない制御方式を考え、これらの制御方式を用いたときの動作特性を、解析的および実験的に検討し、後者の制御方式が、サイリスタのターンオフ時間の点から、高周波並列インバータとしてすぐれた特性をもつことを明らかにしている。

第1部の結論では、以上各章でえられた結果を要約している。

第2部は、1個のサイリスタと1個の可飽和リアクトルを並列に接続した、交流電圧の位相制御回路を対象としたもので、5章から成っている。

第2部第1章では、回路素子を理想化し、抵抗負荷をもつ場合についてこの回路の動作原理を説明し、2個のサイリスタを逆並列に接続した回路と同様な出力波形をもつことを示している。またゲート制御時の過渡応答には0～1サイクルの無駄時間が存在することを明らかにしている。

第2部第2章では、この交流電圧制御回路が誘導性負荷および容量性負荷に接続された場合について解析を行ない、このような負荷に対しても、この回路は十分な制御能力をもつことを明らかにしている。

第2部第3章では、可飽和リアクトルの磁化特性が、矩形特性、傾斜三直線特性および平行四辺形特性をもつ場合につき、サイリスタの順方向電圧降下を考慮して、この回路が抵抗負荷に接続されたときの動作特性を解析している。これより、可飽和リアクトルの磁化特性およびサイリスタの順方向電圧降下が、出力の電圧、電流波形に可成り影響を与えるが、電圧制御特性にはほとんど影響を与えないことを明らかにしている。

第2部第4章では、可飽和リアクトルの磁化特性を平行四辺形特性とし、この回路が誘導性負荷および容量性負荷に接続されたときの動作特性を、断続回路の解析法を用いて一般的に解析している。これより、誘導性あるいは容量性負荷に接続したときも、可飽和リアクトルの磁化特性は、電圧制御特性にほとんど影響しないことを示している。

第2部第5章では、センデルタ・コア、センパーシル・コア、センパーシル・カットコアおよび変圧器用スタック・コアを用いて可飽和リアクトルを作り、これより磁心の磁化特性と回路の動作特性の関係を実験的に求め、これを解析結果と比較検討して、解析結果は実験結果をよく説明しうることが明らかにしている。

第2部の結論では、以上各章でえられた結果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文はサイリスタを用いた2種の電源回路に関する研究をまとめたもので、第1部では並列インバータ回路の動作特性を解析的および実験的に研究し、並列誘導負荷をもつ場合の動作特性をいくつかの無次元パラメータを用いて一般的に表わしうることを見出すとともに、サイリスタのターンオン損失を減らし、陽極陰極間に、逆電圧の印加されている期間を増加しうるような新しいゲート制御方式を考案し、これを用いて安定な動作特性をもつ高周波並列インバータを開発している。

第2部では、1個のサイリスタと1個の可飽和リアクトルを並列に接続した基本素子を用いて、交流電圧の位相制御を行なう新しい電源回路を考案し、その回路の動作特性を解析的および実験的に検討してその有効性を示している。その主な成果は次のとおりである。

1) 並列インバータ回路の準定常状態における動作特性と各回路素子の関係を求め、特に従来の解析において無視されていた変圧器のもれインダクタンス、巻線の抵抗および電源インピーダンスは、サイリスタに必要なターンオフ時間および逆耐電圧に可成り大きな影響を与えることを明らかにしている。

2) 並列誘導負荷に接続された並列インバータ回路の準定常状態における動作特性を、いくつかの無次元パラメータを用いて一般的に表わし、これを図表に示して設計上有益なデータを提供している。また、これより負荷の変動による電圧変動率が最少になる条件を見出している。

3) 並列インバータ回路において電源電流が断続する条件を作り、電流が切れている期間すなわち、次に導通すべきサイリスタのゲートパルスの印加時刻を、前に遮断されたサイリスタの陽極陰極間電圧によって制御することにより、サイリスタのターンオン損失を減少するとともに、必要なターンオフ時間を減少せしめうることを明らかにしている。この方式を採用して安定な高周波インバータの試作に成功している。

4) 1個のサイリスタと1個の可飽和リアクトルを並列に接続した回路素子を用いて、2個のサイリスタを逆並列に接続した回路素子と同様な、交流電圧の位相制御を行なう回路を考案している。

5) この回路の制御特性を詳細に検討し、可飽和リアクトルに用いる磁心の磁化特性によって、出力電圧、電流波形は可成り影響を受けるが、電圧制御特性はほとんど影響を受けないことを明らかにしている。

以上、要するに、本論文はサイリスタを用いた並列インバータ回路の動作特性を詳細に検討し、また制御方式に改良を加え、その出力周波数の上限を高くする方法を見出すとともに、交流電圧制御回路に新しい回路方式を提案して、その動作特性を詳細に検討することによって、サイリスタを用いたこれら電源回路の設計に新しい知見を与えたもので、学術上、工業上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。